

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENTAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 197 14 949 A 1

(21) Aktenzeichen: 197 14 949.9  
 (22) Anmeldetag: 10. 4. 97  
 (43) Offenlegungstag: 15. 10. 98

(51) Int. Cl. 6:

B 05 D 7/16  
 B 05 D 5/00  
 B 05 D 3/02  
 A 47 G 21/02  
 A 47 J 27/00  
 E 05 B 1/00

(3)

DE 197 14 949 A 1

## (71) Anmelder:

Institut für Neue Materialien gemeinnützige GmbH,  
66123 Saarbrücken, DE

## (74) Vertreter:

Barz, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 80803  
München

## (72) Erfinder:

Mennig, Martin, 66126 Saarbrücken, DE; Jonschker,  
Gerhard, 66583 Spiesen-Elversberg, DE; Schmidt,  
Helmut, 66130 Saarbrücken, DE**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

## (54) Verfahren zum Versehen einer metallischen Oberfläche mit einer glasartigen Schicht

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zum Versehen einer metallischen Oberfläche mit einer glasartigen Schicht, die sowohl dekorativ als auch kratzfest und korrosionsinhindernd ist. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß man eine Beschichtzungszusammensetzung, die erhältlich ist durch ein Verfahren umfassend die Hydrolyse und Polykondensation eines oder mehrere Silane der allgemeinen Formel (I)

 $R_nSiX_{4-n}$ 

worin die Gruppen X, gleich oder verschieden voneinander, hydrolysierbare Gruppen oder Hydroxylgruppen sind, die Reste R, gleich oder verschieden voneinander, für Wasserstoff, Alkyl-, Alkenyl- und Alkinylgruppen mit bis zu 12 Kohlenstoffatomen und Aryl-, Aralkyl- und Alkarylgruppen mit 6 bis 10 Kohlenstoffatomen stehen und n 0, 1 oder 2 bedeutet, mit der Maßgabe, daß mindestens ein Silan mit n = 1 oder 2 verwendet wird, oder davon abgeleiteter Oligomere, in Anwesenheit

- a) nanoskaliger  $SiO_2$ -Teilchen und/oder
  - b) mindestens einer Verbindung aus der Gruppe der Oxide und Hydroxide der Alkali- und Erdalkalimetalle;
- auf die metallische Oberfläche aufträgt und den resultierenden Überzug thermisch zu einer glasartigen Schicht verdichtet.

DE 197 14 949 A 1

## DE 197 14 949 A 1

1

2

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Versetzen einer metallischen Oberfläche mit einer glasartigen Schicht.

Glasartige Schichten auf zum Beispiel Stählen werden in der Regel über Emaillierungsprozesse hergestellt. Zu diesem Zweck wird eine Haftschiicht und anschließend daran über eine Suspension (Engobe) eine partikelhaltige Zusammensetzung aufgetragen, die beim Erhitzen zu einem Glas aufschmilzt. In der Regel handelt es sich hierbei um bleihaltige Glassysteme (zwecks Erniedrigung des Schmelzpunktes), die durch einen relativ hohen Alkaligehalt gekennzeichnet sind, der dazu dient, den Ausdehnungskoeffizienten des Glases demjenigen des Stahls anzupassen. Dies hat aber auch den Nachteil, daß die resultierenden Emailschichten in ihrer chemischen Beständigkeit meistens nicht voll zufriedenstellend sind. Um geschlossene dichte Schichten zu erhalten, müssen die Schichtdicken in der Regel über 50 µm liegen. Dadurch werden die Schichten unflexibel und spröde und sind dadurch gegenüber Biegen, Schlag und Stoß empfindlich (platzen ab). Eine andere Methode ist das galvanische Abscheiden von Chromoxidinterferenzschichten. Diese Schichten sind jedoch nicht kratzfest und wegen ihrer Interferenzfarbwirkung sehr empfindlich in Bezug auf Verschmutzung und Fingerabdrücke.

Es wurden viele Untersuchungen bezüglich des Auftragens dünner Schichten auf Stahloberflächen über Sol-Gel-Techniken durchgeführt. So wurde zum Beispiel versucht, Zirkondioxid-Schichten zwecks Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit auf Edelstahloberflächen vorzusehen. Borosilikatglas-Schichten wurden ebenfalls untersucht. Es zeigte sich jedoch, daß die refraktären Systeme (hochschmelzende Oxide wie  $ZrO_2$ ) über diese Techniken nicht zu dichten Schichten führten und daß die Borosilikatglas-Schichten nur in Schichtdicken deutlich unter 1 µm auftragbar waren, so daß ein ausreichender mechanischer und chemischer Schutz nicht gewährleistet werden konnte.

Erfundengemäß wurde nun gefunden, daß unter Verwendung spezieller, organisch modifizierter Systeme auf  $SiO_2$ -Basis glasartige Schichten auf metallischen Oberflächen herstellbar sind, deren Dicke bis zu 10 µm betragen kann, ohne daß bei der Trocknung und beim Verdichten Rißbildung auftritt. Dieser Effekt wird dem verbesserten Relaxationsverhalten der organisch modifizierten Kieselgel- bzw. Kieselsäuregerüste zugeschrieben. Überraschenderweise hat sich auch herausgestellt, daß solche Schichten schon bei relativ niedrigen Temperaturen (in der Regel ab 400°C) in dichte  $SiO_2$ -Filme (zum Beispiel auf Edelstahl- oder Stahloberflächen) umgewandelt werden können. Derartige Filme sind in der Regel 3 bis 5 µm dick und bilden eine hermetisch abschließende Schicht, die auch bei höheren Temperaturen den Sauerstoffzutritt an die metallische Oberfläche verhindert bzw. drastisch reduziert und einen hervorragenden Korrosionsschutz gewährleistet. Außerdem sind derartige Schichten abriebfest, so daß zum Beispiel mit Stahlwolle auf deren Oberfläche gerieben werden kann, ohne daß Spuren hinterlassen werden. Auch nach 1000 Zyklen Taber-Abrader-Test (CS-10F, 500 g) zeigen sich nur kaum sichtbare Spuren. Darüber hinaus sind sie flexibel; d. h. Biegungen oder Abknickungen der Oberfläche führen zu keinerlei Rissen oder anderweitigen Beeinträchtigungen der Schichten.

Weiter sind die Schichten in der Regel glasklar und transparent und können so aufgetragen werden, daß die metallische Oberfläche in ihrem Aussehen nicht verändert wird. So ist es zum Beispiel möglich, auf Edelstahlbauteilen derartige Schichten aufzutragen, ohne daß eine Veränderung des

Aussehens eintritt.

Schließlich können über derartigen glasartigen Schichten weitere, bereits bekannte gefärbte glasartige Schichten vorgesehen werden, zum Beispiel dünne kolloidgefärbte glasartige Schichten. Da derartige gefärbte glasartige Schichten vorzugsweise mit Hilfe von Beschichtungszusammensetzungen hergestellt werden, die zum Beispiel Precursoren für Metallkolloide enthalten, läßt sich dadurch auch verhindern, daß die metallische Oberfläche (bzw. die daraus abgelösten Metallionen) die Reaktionen der Metallkolloid-Precursoren etc. beeinträchtigt bzw. beeinflußt, da kein direkter Kontakt zwischen der metallischen Oberfläche und der gefärbten glasartigen Schicht vorliegt.

Außerdem können zur Herstellung der erfundengemäß bereitgestellten Schichten Silane mit fluorhaltigen Seitenketten verwendet werden, was zu einer Niedrigenergieoberfläche führt.

Konkret stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Versetzen einer metallischen Oberfläche mit einer glasartigen Schicht bereit, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man eine Beschichtungszusammensetzung, die durch ein Verfahren umfassend die Hydrolyse und Polykondensation eines oder mehrerer Silane der allgemeinen Formel (I)



worin die Gruppen X, gleich oder verschieden voneinander, hydrolysierbare Gruppen oder Hydroxylgruppen sind, die Reste R, gleich oder verschieden voneinander, für Wasserstoff, Alkyl-, Alkenyl- und Alkinylgruppen mit bis zu 12 Kohlenstoffatomen und Aryl-, Aralkyl- und Alkarylgruppen mit 6 bis 10 Kohlenstoffatomen stehen und n 0,1 oder 2 ist, mit der Maßgabe, daß mindestens ein Silan mit n = 1 oder 2 verwendet wird, oder davon abgeleiteter Oligomere, in Anwesenheit

- a) nanoskaliger  $SiO_2$ -Teilchen und/oder
- b) mindestens einer Verbindung aus der Gruppe der Oxide und Hydroxide der Alkali- und Erdalkalimetalle

erhältlich ist,  
auf die metallische Oberfläche aufträgt und die resultierende Beschichtung

– gegebenenfalls (und vorzugsweise) nach vorangehender Trocknung – thermisch zu einer glasartigen Schicht verdichtet.

Unter den oben erwähnten "nanoskaligen  $SiO_2$ -Teilchen" werden im vorliegenden Zusammenhang  $SiO_2$ -Teilchen mit einer durchschnittlichen Teilchengröße (bzw. einem durchschnittlichen Teilchendurchmesser) von nicht mehr als 200 nm, vorzugsweise nicht mehr als 100 nm und insbesondere nicht mehr als 50 nm verstanden, wobei eine Obergrenze von 30 nm besonders bevorzugt ist.

Im folgenden wird das erfundengemäße Verfahren in Einzelheiten erläutert.

Unter den obigen Silanen der allgemeinen Formel (I) befindet sich mindestens ein Silan, in dessen Formel n den Wert 1 oder 2 aufweist. In der Regel werden mindestens zwei Silane der allgemeinen Formel (I) in Kombination eingesetzt. In diesem Fall werden diese Silane in einem solchen Verhältnis eingesetzt, daß das Verhältnis R:Si, d. h. der Durchschnittswert von n (auf molarer Basis), 0,2 bis 1,5, vorzugsweise 0,5 bis 1,0, beträgt. Besonders bevorzugt liegt der Durchschnittswert von n im Bereich von 0,6 bis 0,8.

In der allgemeinen Formel (I) sind die Gruppen X, die gleich oder verschieden voneinander sein können, hydroly-

## DE 197 14 949 A 1

3

4

sierbare Gruppen oder Hydroxylgruppen. Konkrete Beispiele für hydrolysierbare Gruppen X sind Halogenatome (insbesondere Chlor und Brom), Alkoxygruppen und Acyloxygruppen mit bis zu 6 Kohlenstoffatomen. Besonders bevorzugt werden Alkoxygruppen, insbesondere C<sub>1-4</sub>-Alkoxygruppen wie Methoxy, Ethoxy und n- und i-Propoxy. Vorzugsweise sind die Gruppen X in einem konkreten Silan identisch, wobei besonders bevorzugt Methoxy- oder Ethoxygruppen eingesetzt werden.

Bei den Gruppen R in der allgemeinen Formel (I), die im Falle von n = 2 gleich oder identisch sein können, handelt es sich um Wasserstoff, Alkyl-, Alkenyl- und Alkinylgruppen mit bis zu 12 (in der Regel bis zu 8 und vorzugsweise bis zu 4) Kohlenstoffatomen und Aryl-, Aralkyl- und Alkarylgruppen mit 6 bis 10 Kohlenstoffatomen. Konkrete Beispiele für derartige Gruppen sind Methyl, Ethyl, Propyl und Butyl, Vinyl, Allyl und Propargyl, Phenyl, Toluyl, Benzyl und Naphthyl. In der Regel tragen die Gruppen R keine Substituenten. Wie bereits oben erwähnt kann es jedoch von Vorteil sein, als Gruppen R zumindest teilweise solche einzusetzen, die Fluoratome aufweisen, insbesondere Alkylgruppen und Arylgruppen mit Fluoratomen (vorzugsweise jedoch nicht an C-Atomen, die sich in α- oder β-Stellung zum Si befinden). Die entsprechenden Alkylgruppen weisen vorzugsweise mehr als 3 Kohlenstoffatome auf und sind mit Ausnahme der α- und β-C-Atome vorzugsweise perfluoriert.

Bevorzugte Gruppen R sind (unsubstituierte) Alkylgruppen mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, insbesondere Methyl und Ethyl, sowie Phenyl; sowie zusätzlich fluorierte Alkylgruppen mit 4 bis 12 Kohlenstoffatomen.

Erfindungsgemäß bevorzugt ist es, wenn mindestens zwei Silane der allgemeinen Formel (I) eingesetzt werden, wobei in mindestens einem Fall n = 0 und im anderen Fall n = 1. Derartige Silan-Mischungen umfassen zum Beispiel mindestens ein Alkyltrialkoxy silan (z. B. (M)ethyltri(m)ethoxysilan) und mindestens ein Tetraalkoxy silan (z. B. Tetra(m)ethoxysilan), die vorzugsweise in einem solchen Verhältnis eingesetzt werden, daß der Durchschnittswert von n in den oben angegebenen bevorzugten Bereichen liegt.

Die gemäß Variante (a) des erfindungsgemäßen Verfahrens zusätzlich zu den hydrolysierbaren Silanen der allgemeinen Formel (I) verwendeten nanoskaligen SiO<sub>2</sub>-Teilchen werden vorzugsweise in einer solchen Menge eingesetzt, daß das Verhältnis aller Si-Atome in den Silanen der allgemeinen Formel (I) zu allen Si-Atomen in den nanoskaligen SiO<sub>2</sub>-Teilchen im Bereich von 5 : 1 bis 1 : 2, insbesondere von 4 : 1 bis 2 : 1, liegt. Derartige nanoskalige SiO<sub>2</sub>-Teilchen können beispielsweise in Form von handelsüblichen Kieselsoleen (z. B. von der Firma Bayer erhältlich) eingesetzt werden.

Alternativ oder zusätzlich (vorzugsweise alternativ) zur Anwesenheit der nanoskaligen SiO<sub>2</sub>-Teilchen kann die Hydrolyse und Polykondensation des oder der Silane der allgemeinen Formel (I) in Anwesenheit mindestens einer Verbindung aus der Gruppe der Oxide und Hydroxide der Alkalien und Erdalkalimetalle durchgeführt werden. Bei diesen Oxiden und Hydroxiden handelt es sich vorzugsweise um solche von Li, Na, K, Mg, Ca und/oder Ba. Besonders bevorzugt werden Alkalimetallhydroxide, insbesondere NaOH und KOH, verwendet. Bei Verwendung eines Alkalimetalloxids bzw. -hydroxids wird dieses vorzugsweise in einer solchen Menge eingesetzt, daß das Atomverhältnis Si:Alkalimetall im Bereich von 20 : 1 bis 5 : 1, insbesondere von 15 : 1 bis 10 : 1, liegt. In jedem Fall wird das Atomverhältnis von Silicium zu (Erd)alkalimetall so (groß) gewählt, daß der resultierende Überzug im wesentlichen nicht wasserlöslich ist.

Es wird davon ausgegangen, daß auch im Fall der Va-

riante (b) des erfindungsgemäßen Verfahrens (im Falle von Variante (a) als solche eingesetzte) nanoskalige SiO<sub>2</sub>-Teilchen vorliegen, d. h. sich in situ bilden, so daß zwischen den Varianten (a) und (b) kein prinzipieller Unterschied besteht.

5 Vielmehr wird angenommen, daß die Anwesenheit von nanoskaligen SiO<sub>2</sub>-Teilchen im Überzug von essentieller Bedeutung für die Erzielung ausreichender Schichtdicken ist. Ebenso wird angenommen, daß die Anwesenheit von Gruppen R in den Ausgangssilanen u. a. dazu dient, eine zu starke Vernetzung des organischen SiO<sub>2</sub>-Gerüsts (und damit eine zu starke Versteifung bzw. Versprödung der Schicht) zu verhindern.

Der Unterschied zwischen den obigen Varianten (a) und (b) besteht – wenn überhaupt – darin, daß im Fall der Variante (a) die Hydrolyse und Polykondensation der Silane der allgemeinen Formel (I) in der Regel sauer katalysiert wird, wobei als Katalysatoren (vorzugsweise anorganische) Säuren wie beispielsweise Salzsäure, Salpetersäure und (bevorzugt) Phosphorsäure Verwendung finden. Im Gegensatz dazu finden bei Variante (b) die Hydrolyse und Polykondensation offensichtlich im alkalischen Milieu statt, was insbesondere dann von Vorteil ist, wenn gegen Angriff von Säuren nicht oder nur wenig beständige metallische Oberflächen (z. B. aus Stahl) nach dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einem glasartigen Überzug versehen werden sollen. Ein weiterer Vorteil der Variante (b) ist, daß durch den (Erd)alkalianteil die Verdichtung verbessert wird, so daß die Beschichtung z. B. in Luftatmosphäre vorgenommen werden kann, ohne daß die darunterliegende metallische (z. B. Edelstahl-) Oberfläche Schaden nimmt (anläuft). Mit Variante (b) gelingt es ferner, auch Baustahl (z. B. ST37, ST50) mit einer glasartigen Schicht zu versehen, ohne daß der Stahl beim Verdichten der Schicht anläuft, wenn dies unter Luftabschluß erfolgt (N<sub>2</sub>-Atmosphäre).

35 Die auf die metallische Oberfläche aufgebrachte Beschichtungszusammensetzung wird anschließend thermisch zu einer glasartigen Schicht verdichtet. Vor dieser thermischen Verdichtung wird normalerweise eine herkömmliche Trocknung der Beschichtungszusammensetzung bei Raumtemperatur und/oder leicht erhöhte Temperatur (beispielsweise einer Temperatur von bis zu 100°C, insbesondere bis zu 80°C) durchgeführt.

Obwohl sich die (End)temperatur bei der thermischen Verdichtung auch an der Wärmebeständigkeit der metallischen Oberfläche orientieren muß, liegt diese Temperatur in der Regel bei mindestens 300°C, insbesondere mindestens 400°C und besonders bevorzugt mindestens 500°C. Wenn die metallische Oberfläche insbesondere bei diesen hohen Temperaturen oxidationsempfindlich ist, empfiehlt es sich, 50 die thermische Verdichtung in einer sauerstofffreien Atmosphäre, z. B. unter Stickstoff oder Argon, durchzuführen.

Die nach der thermischen Verdichtung erzielte Dicke der glasartigen Schicht liegt erfindungsgemäß vorzugsweise im Bereich von 1 bis 10 µm, insbesondere 2 bis 7 µm und besonders bevorzugt 3 bis 5 µm.

60 Wie bereits oben erwähnt, kann auf der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten (in der Regel transparenten und farblosen) glasartigen Schicht (mindestens) eine weitere (glasartige) Schicht vorgesehen werden, zum Beispiel eine funktionelle glasartige Schicht, wie sie in der internationalen Patentanmeldung PCT/EP94/03423 (entsprechend EP-A-729442) oder in der DE-A-19645043 beschrieben ist.

Derartige weitere Schichten werden zum Beispiel dadurch aufgebracht, daß man eine Zusammensetzung, die erhältlich ist durch Hydrolyse und Polykondensation bestimmter (funktionalisierter) Silane mit mindestens einem Funktionsträger aus der Gruppe der temperaturbeständigen

## DE 197 14 949 A 1

5

6

Farbstoffe und Pigmente, Metall- oder Nichtmetalloxide, färbenden Metallionen, Metall- oder Metallverbindungs-Kolloide und Metallionen, die unter Reduktionsbedingungen zu Metallkolloiden reagieren, vermischt, die mit dem Funktionsträger vermischte Zusammensetzung auf die zu beschichtende Oberfläche aufbringt und den Überzug thermisch zu einer (gefärbten) glasartigen Schicht verdichtet. Alternativ kann eine (gefärbte) Schicht vorgesehen werden, indem man eine Beschichtungszusammensetzung, die mindestens ein Element, das ein glasartiges, kristallines oder teilkristallines Oxid bilden kann, in Form einer Verbindung, die bei der thermischen Behandlung dieses Oxid liefern kann und in einem zumindest vorwiegend wäßrigen Medium als Lösung oder Sol vorliegt, als matrixbildende Komponente und mindestens ein Mitglied aus der Gruppe der Metall-, Metallverbindungs- und Metalllegierungskolloide und der Metallverbindungen, die unter reduzierenden Bedingungen Metallkolloide bilden können, als fargebende Komponente enthält, auf die zu beschichtende Oberfläche aufbringt und den resultierenden Überzug thermisch härtet. Als Elemente, die ein glasartiges, kristallines oder teilkristallines Oxid bilden können, können zum Beispiel Ti und Zr genannt werden.

Eine derartige gefärbte glasartige Schicht kann auf der erfindungsgemäß hergestellten glasartigen Schicht z. B. dadurch vorgesehen werden, daß man den erfindungsgemäß auf der metallischen Oberfläche vorgesehenen Überzug vor seiner thermischen Verdichtung (und vorzugsweise nach seiner Trocknung bei Raumtemperatur und/oder erhöhter Temperatur) mit der Beschichtungszusammensetzung für die gefärbte glasartige Schicht versieht und die beiden Überzüge dann gemeinsam thermisch verdichtet. Selbstverständlich ist es auch möglich, fargebende Komponenten (wie beispielsweise die oben genannten) direkt in die erfindungsgemäß zu verwendende Beschichtungszusammensetzung einzufügen, dies ist aber nicht bevorzugt.

Als erfindungsgemäß zu beschichtende metallische Oberfläche eignen sich alle aus einem Metall oder einer Metalllegierung bestehenden (bzw. dieses oder diese umfassende) Oberflächen.

Als Beispiele für Metalllegierungen wären insbesondere (Edel)stahl, Messing oder Bronze zu nennen, wobei die Beschichtung von Edelstahl erfindungsgemäß besonders bevorzugt wird.

Als Beispiele für metallische Oberflächen können solche aus Aluminium, Zinn, Zink, Chrom oder Nickel (einschließlich verzinkter und verchromter Oberflächen) genannt werden.

Vorzugsweise wird die metallische Oberfläche vor der Auftragung der Beschichtungszusammensetzung gründlich gereinigt (insbesondere von Fett und Staub befreit). Vor der Beschichtung kann auch eine Oberflächenbehandlung (z. B. durch Aufrauen oder Corona-Entladung) durchgeführt werden, ist erfindungsgemäß jedoch weder erforderlich noch bevorzugt.

Die Hydrolyse und Polykondensation der Silane der allgemeinen Formel (I) kann in Abwesenheit oder Anwesenheit eines organischen Lösungsmittels durchgeführt werden. Vorzugsweise ist kein organisches Lösungsmittel vorhanden. Bei Einsatz eines organischen Lösungsmittels sind die Ausgangskomponenten vorzugsweise im Reaktionsmedium (das in der Regel Wasser einschließt) löslich. Als organische Lösungsmittel eignen sich insbesondere mit Wasser mischbare Lösungsmittel wie beispielsweise ein- oder mehrwertige aliphatische Alkohole (z. B. Methanol, Ethanol), Ether (wie Diethylether), Ester (wie Ethylacetat), Ketone, Amide, Sulfoxide und Sulfone. Diese Lösungsmittel können auch der fertigen Beschichtungszusammensetzung gegebenen-

falls zugegeben werden, um eine für die Beschichtung geeignete Viskosität einzustellen.

Im übrigen können die Hydrolyse und Polykondensation gemäß den dem Fachmann geläufigen Modalitäten durchgeführt werden.

Die erfindungsgemäß eingesetzte Beschichtungszusammensetzung kann nach üblichen Beschichtungsmethoden auf die metallische Oberfläche aufgebracht werden. Anwendbare Techniken sind zum Beispiel das Tauchen, Gießen, Schleudern, Aufsprühen oder Aufstreichen. Besonders bevorzugt werden Tauchverfahren.

Anzumerken wäre noch, daß die thermische Verdichtung gegebenenfalls auch durch IR- oder Laser-Strahlung erfolgen kann. Es ist auch möglich, durch selektive Wärmeeinwirkung strukturierte Überzüge herzustellen.

Das erfindungsgemäß verfahren eignet sich insbesondere – aber nicht ausschließlich – zur Beschichtung von Gegenständen des täglichen Gebrauchs, die eine metallische Oberfläche aufweisen bzw. aus Metall bestehen. So können metallische Oberflächen (z. B. Stahloberflächen) beschichtet werden, wie sie beispielsweise bei Blechen, Eßbestekken, Schüsseln, Ausgüssen, Tür- und Fenstergriffen und dergleichen vorzufinden sind.

Die vorliegende Erfindung stellt ein dekoratives System zur Verfügung, das vorteilhaft auf metallische Oberflächen (z. B. aus (Edel)stahl) aufgetragen werden kann, witterungsbeständig und kratzunempfindlich ist und insbesondere auch Verschmutzungen, z. B. durch Fingerabdrücke usw., vermeiden hilft.

Die folgenden Beispiele erläutern die Erfindung.

## Beispiel 1

Herstellung eines SiO<sub>2</sub>-Beschichtungssols

Eine Mischung von 20 ml Methyltriethoxysilan und 6 ml Tetraethoxysilan wird vorgelegt und unter starkem Rühren werden 15 g Kieselsol (Bayer-Kieselsol Typ 300, 30 Gew.-% (auf 45 Gew.-% einkonzentriert)) zugegeben. Nachdem sich eine Emulsion gebildet hat (ca. 20 Sekunden), werden 0,3 ml H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (konz.) zum Start der Hydrolyse zugesetzt. Die Mischung bleibt noch 20–60 Sekunden trüb und wird anschließend schlagartig zuerst zäh-, dann dünnflüssig und klar. Während dieser Reaktion erwärmt sich das Sol auf ca. 40°C. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur (gegebenenfalls im Eisbad) wird das resultierende Sol durch einen Filter mit einer Porengröße von 0,8 µm (mit einem Vorfilter mit einer Porengröße von 5 µm) filtriert. Das so hergestellte Sol kann z. B. mit Ethanol, Propanol oder Alkoholmischungen auf eine gewünschte Viskosität eingestellt werden und steht mindestens 6 Stunden zur Beschichtung zur Verfügung.

## Beispiel 2

## Herstellung eines Natriumsilikat-Beschichtungssols

25 ml (124,8 mMol) Methyltriethoxysilan (MTEOS) werden mit 7 ml (31,4 mMol) Tetraethoxysilan (TEOS) und 0,8 g (20 mMol) Natriumhydroxid über Nacht (mindestens 12 Stunden) bei Raumtemperatur gerührt, bis sich das gesamte Natriumhydroxid gelöst hat und eine klare gelbe Lösung vorliegt.

Anschließend werden 3,2 ml (177,8 mMol) Wasser bei Raumtemperatur langsam zugetropft, wobei sich die Lösung erwärmt. Nach Beendigung der Wasserzugabe wird die klare gelbe Lösung bei Raumtemperatur gerührt, bis sie wieder abgekühlt ist, und anschließend über einen Filter mit ei-

## DE 197 14 949 A 1

7

ner Porengröße von 0,8 µm filtriert.

## Beispiel 3

## Herstellung eines Kalziumsilikat-Beschichtungssols

Beispiel 2 wird wiederholt, jedoch werden anstelle von 0,8 g Natriumhydroxid 0,8 g (12,1 mMol) Kaliumhydroxid eingesetzt.

## Beispiel 4

Gereinigte Substrate (Edelstahl 1.4301, Messing und Aluminium) wurden mit einer Ziehgeschwindigkeit von 4–6 mm/s mit den in den Beispielen 1 bis 3 beschriebenen Beschichtungszusammensetzungen tauchbeschichtet, kurz (10 Minuten) bei Raumtemperatur vorgetrocknet und anschließend 1 Stunde bei 80°C getrocknet. Zum Verdichten wurden die getrockneten Substrate an Luft (bzw. unter Stickstoff im Fall der Beschichtung von Edelstahl mit der Beschichtungszusammensetzung aus Beispiel 1) mit einer Heizrate von 1 K/Minute auf 500°C (bzw. 400°C im Fall von Aluminium) erhitzt und 1 Stunde bei dieser Temperatur gehalten.

Die Schichtdicken nach dem Verdichten betragen 2 bis 4 µm. HREM-Untersuchungen der Beschichtungen auf Stahl und Aluminium zeigten eine defektfreie Schicht.

Das Anlaufen des Edelstahls beim Verdichten konnte durch die Beschichtung fast vollständig verhindert werden. Außerdem zeigte die Schicht selbst nach 1000 Stunden im Salznebel-Sprühtest noch keinerlei Beschädigungen.

Das beschichtete Messing und Aluminium zeigten nach 3000stündigem Korrosionstest in der Salzsprühnebelkammer (DIN 50 021) keinerlei Korrosionsschäden, während der nicht beschichtete Teil vollständig korrodiert war.

## Beispiel 5

## Standard-Antihaftmaterial MTKF 1 Mol-% FTS

Es werden 0,2 Mol (35,7 g) Methyltriethoxysilan (MTEOS) und 0,054 Mol (11,3 g) TEOS in einem geeigneten Gefäß (z. B. einer 250 ml-Schott-Flasche) gerührt und 0,1 Mol SiO<sub>2</sub> (in 20,0 g Kieselgel 300/30%) werden dazugegeben. Nach 5 Minuten werden 0,4 g konzentrierte HCl unter intensivem Rühren zugesetzt. Das zunächst zweiphasige Reaktionsgemisch wird nach 2 Minuten weiß erwärmt sich und wird wieder transparent und einphasig. Nach einer Reaktionszeit von 15 Minuten werden 3,0 g DOWEX® 50W2 zugesetzt und das resultierende Gemisch wird 10 Minuten gerührt. Anschließend wird mit Hilfe einer Druckfiltration durch einen Glasfaservorfilter filtriert. Unmittelbar danach werden 1,78 g (1 Mol-% bezogen auf Si) 1H,1H,2H,2H-Perfluoroctyltriethoxysilan (FTS) zugesetzt und das Sol wird erneut 15 Minuten gerührt. Es werden 4,0 g Amberlyst® A-21 zugesetzt und für 30 Minuten gerührt. Nach Druckfiltration durch einen Membranfilter (Porengröße 1 µm) werden zur Verdünnung 140 g Isopropanol zugesetzt. Schließlich ist das Sol nach einer Druckfiltration durch einen Membranfilter (Porengröße 0,2 µm) beschichtungsfähig.

Die Auftragung des Sols auf eine Edelstahlfläche erfolgt mittels Sprühen und die Aushärtung erfolgt bei 350°C unter Luftatmosphäre. Bei dem Beschichtungsmaterial handelt es sich um eine transparente Antihaftsschicht die Kontaktwinkel von 1100 gegen Wasser und von 600 gegen Hexadecan zeigt.

8

## Beispiel 6

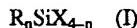
## Alkalisch hydrolysiertes System mit 11 Mol-% FTS

5 Es werden 0,1 Mol (17,9 g) MTEOS, 0,027 Mol (5,6 g) TEOS und 0,016 Mol (8,16 g; 11 Mol-% bezogen auf Si) FTS in einer geeigneten Schott-Flasche vorgelegt. Anschließend werden unter Rühren 0,018 Mol NaOH (0,72 g) zugesetzt und für ca. 16 Stunden gerührt. Danach werden zu der 10 inzwischen gelb gefärbten Lösung tropfenweise 0,15 Mol (2,7 g) H<sub>2</sub>O gegeben. Nach beendet Zugabe wird noch für etwa 30 Minuten gerührt. Abschließend wird mit 35 g Ethanol verdünnt und durch einen 1 µm-Filter mittels Druckfiltration filtriert.

Das fertige Sol wird mittels Sprühbeschichtung auf eine Edelstahlplatte aufgetragen und bei 350°C unter Luftatmosphäre ausgehärtet. Bei diesem System unterbleibt die ansonsten beobachtete Verfärbung von Edelstahlsubstraten bei diesen Temperaturen. Die Schicht ist vollständig transparent und zeigt Kontaktwinkel gegen Wasser von 95° und gegen Hexadecan von 40°.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Versehen einer metallischen Oberfläche mit einer glasartigen Schicht, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Beschichtungszusammensetzung, die erhältlich ist durch ein Verfahren umfassend die Hydrolyse und Polykondensation eines oder mehrerer Silane der allgemeinen Formel (I)



worin die Gruppen X, gleich oder verschieden voneinander, hydrolysierbare Gruppen oder Hydroxylgruppen sind, die Reste R, gleich oder verschieden voneinander, für Wasserstoff, Alkyl-, Alkenyl- und Alkinylgruppen mit bis zu 12 Kohlenstoffatomen und Aryl-, Aralkyl- und Alkarylgruppen mit 6 bis 10 Kohlenstoffatomen stehen und n 0,1 oder 2 bedeutet, mit der Maßgabe, daß mindestens ein Silan mit n = 1 oder 2 verwendet wird, oder davon abgeleiteter Oligomere, in Anwesenheit

- a) nanoskaliger SiO<sub>2</sub>-Teilchen und/oder
- b) mindestens einer Verbindung aus der Gruppe der Oxide und Hydroxide der Alkali- und Erdalkalimetalle;

auf die metallische Oberfläche aufbringt und die resultierende Beschichtung thermisch zu einer glasartigen Schicht verdichtet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchschnittswert von n in den Ausgangssilanen der allgemeinen Formel (I) 0,2 bis 1,5, insbesondere 0,5 bis 1,0, beträgt.

3. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Ausgangssilanen der allgemeinen Formel (I) X für Alkoxy, insbesondere C<sub>1-4</sub>-Alkoxy, steht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß X für Methoxy oder Ethoxy steht.

5. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß R für C<sub>1-4</sub>-Alkyl, insbesondere Methyl oder Ethyl, oder Phenyl steht.

6. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangssilane der Formel (I) (M)ethyltri(m)ethoxysilan und Tetra(m)ethoxysilan in Kombination eingesetzt werden.

7. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der ein-

## DE 197 14 949 A 1

9

10

gesetzten Ausgangssilane der allgemeinen Formel (I) einen fluorierten Rest R aufweist.

8. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in Variante (a) die nanoskaligen SiO<sub>2</sub>-Teilchen in einer solchen Menge eingesetzt werden, daß das Verhältnis aller Si-Atome in den Ausgangssilanen der Formel (I) zu allen Si-Atomen in den SiO<sub>2</sub>-Teilchen im Bereich von 5 : 1 bis 1 : 2, insbesondere von 4 : 1 bis 2 : 1, liegt. 5

9. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in Variante (b) die mindestens eine Verbindung aus der Gruppe der Oxide und Hydroxide der Alkali- und Erdalkalimetalle mindestens ein Oxid bzw. Hydroxid von Li, Na, K, Mg, Ca oder Ba umfaßt. 15

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung aus Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid ausgewählt wird.

11. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Alkalimetallocid bzw. -hydroxid in einer solchen Menge eingesetzt wird, daß das Atomverhältnis Si:Alkalimetall im Bereich von 20 : 1 bis 5 : 1, insbesondere von 15 : 1 bis 10 : 1, liegt. 20

12. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die auf die metallische Oberfläche aufgebrachte Beschichtungszusammensetzung vor der thermischen Verdichtung getrocknet wird. 25

13. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Verdichtung bei Temperaturen von mindestens 400°C, vorzugsweise mindestens 500°C, erfolgt.

14. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke nach 35 der thermischen Verdichtung 1 bis 10 µm, vorzugsweise 2 bis 7 µm, beträgt.

15. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Trocknung oder thermischen Verdichtung des Überzugs mindestens eine weitere Beschichtungszusammensetzung, die bei der thermischen Verdichtung zu einer gefärbten glasartigen Schicht führt, aufgebracht und thermisch verdichtet wird. 40

16. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der metallischen Oberfläche um eine solche aus einer Metalllegierung, insbesondere aus (Edel)stahl, Messing oder Bronze, handelt. 45

17. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der metallischen Oberfläche um eine solche aus Aluminium, Zinn, Zink, Chrom oder Nickel handelt.

18. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem Bleche oder Eßbestecke, Kochgeschirr, 55 Ausgüsse oder Tür- und Fenstergiffe mit einer glasartigen Schicht versehen werden.

19. Gegenstände mit einer nach dem Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 18 mit einer glasartigen Schicht versehenen metallischen Oberfläche. 60